

VA 機能不全に対する PTA 法の進歩と課題

池田 潔

池田バスキュラーアクセス・透析・内科

key words : バスキュラーアクセス (VA), PTA, ミルキング, ガイドライン, 超音波検査

要 旨

VA (vascular access) トラブルの対処法に PTA (percutaneous transluminal angioplasty) 法が取り入れられたことで、VA の管理の問題が重要な取り組みになりました。その後、3 カ月ルールという保険上の問題が生じ、これに対しても考慮していかなければならなくなっています。維持透析の現場からの考えと血管のみを扱う医師の考え、医療費の考え方は複雑に絡み合っており、ガイドラインを土台にして様々な観点から論じてみました。実際の開存成績と閉塞時の急患対応の結果のデータ等を示して詳述しました。

1 VA ガイドラインとテキストブック

2011 年にバスキュラーアクセスガイドラインが出ました。2012 年に保険改正があり、3 カ月ルールがバスキュラーアクセスの PTA に課されるようになっていきます。その事が、VA の開存成績に強く影響するようになりました。

2014 年に出版されたテキストブックの 2 冊では、内容にこの 3 カ月ルールが盛り込まれています。『バスキュラーアクセスを極める』(大平ら)では、保険診療との兼ね合いという項目があります¹⁾、『バスキュラーアクセスインターベンションの最前線』(天野ら)には、副タイトルとして、3 カ月以上維持するためのコツとついています²⁾。治療、開存率に保険診療が影響しています。3 カ月はとにかく持たせなさい

ということはどうするのかを考えていく必要があります。高額になった治療費と以前の安かった治療費が非常にアンバランスな形で開存成績に影響を与えています。とにかく開存成績を伸ばすためのテクニックやデバイスの開発が望まれる状況です。以下の章でこれらに関して詳述します。

2 VA に対する PTA 法の実際

— 新たなデバイスの話

近年、超音波による PTA が導入されていますが、VA の機能不全の場合、上肢全体の把握が必要な場合もありますので、できれば造影による全体像を把握しておく事が重要です。bridging vein と呼ばれる中枢側に狭窄が認められることもあります (図 1)。VA 治療に関して、全体図 (上肢を腕頭部まで) を見るようになったことは、PTA が始まってよかった一面です。

次に拡張方法ですが、PTA というのは痛みをどうしても伴う治療ですので、拡張する局所には局麻を行い、なおかつ図 2 の、低圧からの段階的拡張術を行っています。この方法の有意性は後述します動物実験でも確認できています。図 3 に AVF (arteriovenous fistula) の 979 例の開存成績を、完全拡張された群と不完全であった群で有意性を観ていますが、変わりがありませんでした。痛みの問題もありますが、このバルーン拡張というのは内膜を損傷することですから、拡張できたかできなかったよりも再狭窄を防止しなければならぬのではないかと、この開存成績が変わら

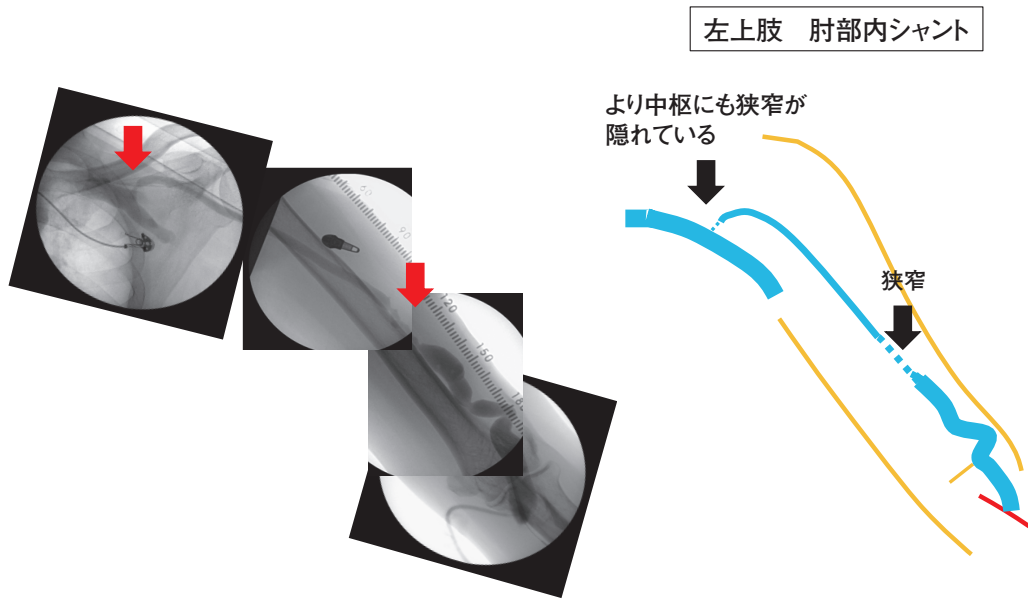


図1 上肢から腕頭部までの全体を造影

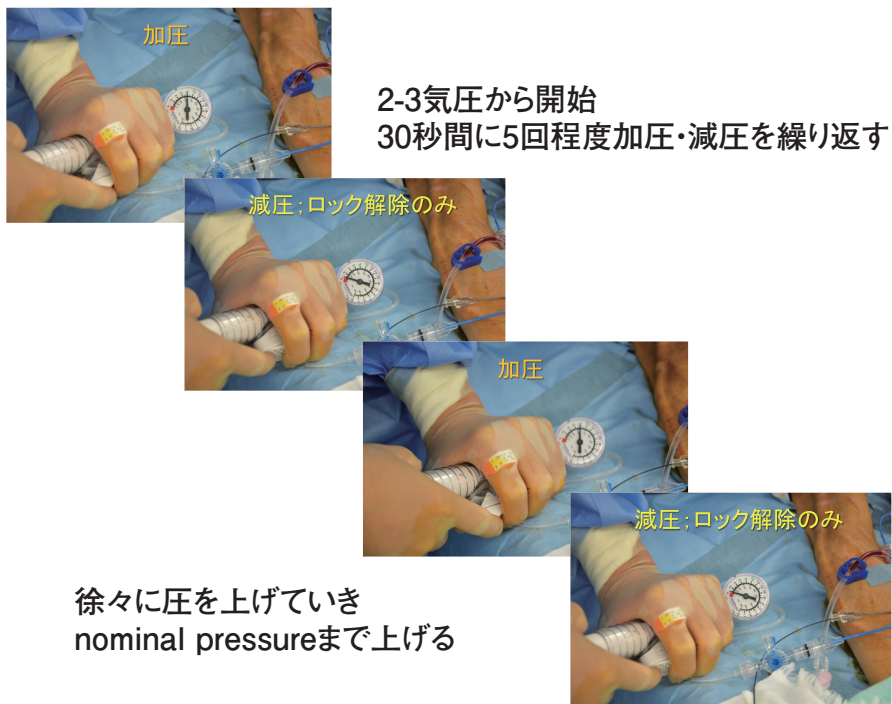


図2 拡張方法

ない事実を通して考えるようになりました。

2005年に痛みが少なく加圧も低圧で行えるカッティングバルーンを使用して、頻回PTAの症例のみを対象に比較したのが、[図4](#)の成績です。有意差は出ましたが、3カ月で3割の開存成績でしかありませんでした。すべての症例にカッティングバルーンを使用はできません。内膜の肥厚した症例が対象です。

2012年の開存成績を解析していてわかったことに、

より低圧で拡張できた群は開存成績が良好でした。このことが、加圧による成績の違いは内膜肥厚を生じさせないことにあると考えるきっかけになりました。

直後の2013年から内膜に対する新しいアプローチのバルーンが出てきました([図5](#))。どれも内膜に対して切り付けて広げていく発想のバルーンです。今までの通常バルーン(以下POBA)とは、[図6](#)に示したように低圧で拡張できる点で有意になります。低

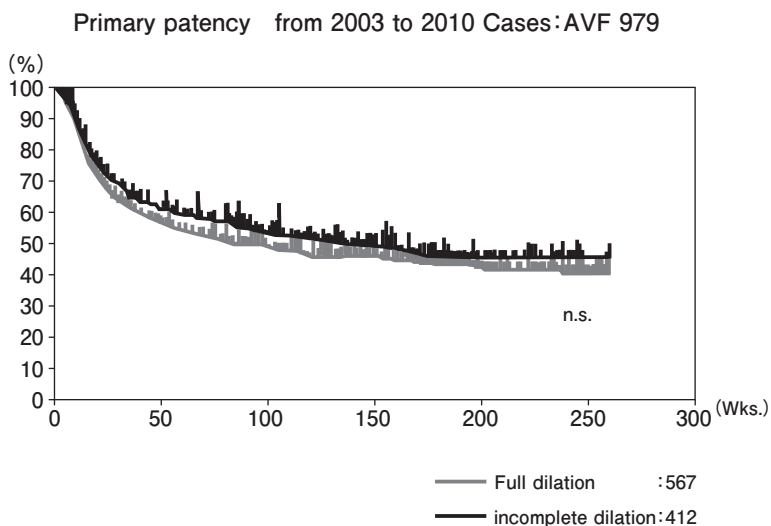


図3 2012年 EDTA

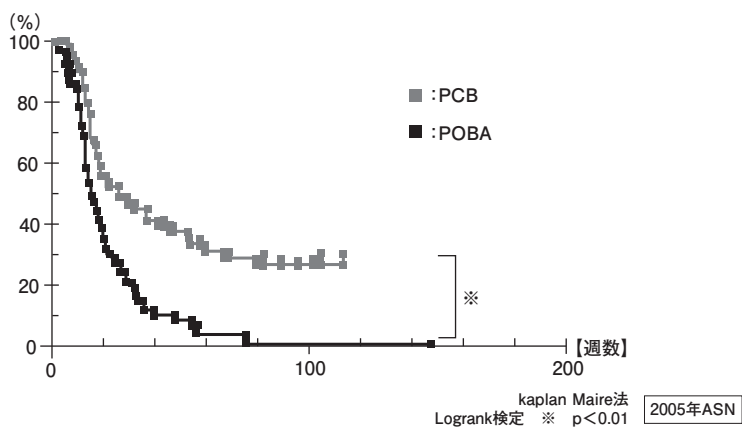


図4 AV fistula の PCB 前後の開存率

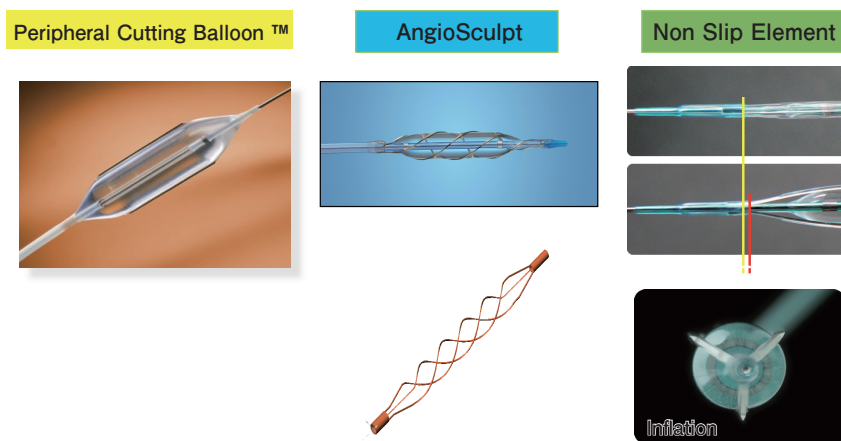
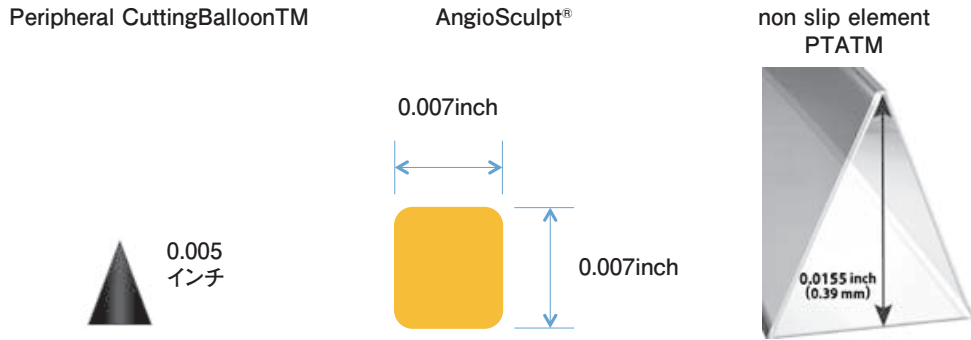


図5 新デバイスのラインナップ

圧ですが、内膜を損傷していきますので、初回の PTA には不向きです。ある程度繰り返してきた症例で、内膜肥厚が拡張の阻害因子となってしまった症例が対象です。使い方を誤りますと、血管破裂といった

ものを起こします。また十分コストが高いということも認識しておかねばなりません。POBA の大体 5 割増しという価格設定です。使用上の注意点としては、病変に接するまではゆっくり拡張、エレメントの脱落が



使用時における拡張圧			
平均拡張圧			
AngioSculpt	n:20	5.5±1.6	atm (mean±SE)
NSE	n:17	5.4±1.8	atm (mean±SE)
PCB	n:176	6.7±1.9	atm (mean±SE)
POBA	n:982	11.5±3.6	atm (mean±SE) ※

図6 Elementの形状と高さ

報告されていますので、注意して使うべきでしょう。

手技とデバイスを総括してみますと、デバイスの拡張方法、標準型・特殊型、non-complianceとかsemi-complianceといった問題があります。次に完全拡張するか、不完全拡張でもいいのか、super-non-compliance-balloonが出現し、低圧拡張が可能になりました。スコアリングバルーンなどの特殊なバルーンが出現しました。しかし、開存成績はそれほど変わりません。病変の選択によっては有利に働きますが、特殊バルーンといったものが開存成績には大きな変革はもたらしてませんでした。

2012年4月から3カ月ルールの設定で手技料の6倍増がPTAに対する考え方を变化させ、開存成績の追求だけであったものが変化してしまいました。この

問題を次の章で述べたいと思います。

3 PTA法とVAの管理・評価

—3カ月ルールとの関係

VAに対するPTA法が始まったことによって、VA管理という問題が出現しました。いつ、どの時点でPTAをするのか。2012年のEDTAのVAのテーマが、「Management of Vascular Access」でした。本邦のガイドラインにも、私が2005年にBeatherd³⁾の文献を参考に作成したS.T.S(表1)でサーベイランスを実施することを推奨して頂きました。現在は、超音波による管理が一般的になっていますが、高度な器機を使用することにより予防的PTAを行うことになってしまい、S.T.Sのような臨床症状に則していないため、PTAを

表1 シャントトラブルスコアリング(S.T.S)第I版
(Co-medical staffのために)

1) 異常なし	0
2) 狭窄音を聴取	1
3) 狭窄部位を触知	2
4) 静脈圧の上昇 160 mmHg 以上	(自家:1, グラフト:3)
5) 止血時間の延長	2
6) 脱血不良(開始時に逆行性に穿刺)	5
7) 透析後半1時間での血流不全	1
8) シャント音の低下	(自家:2, グラフト:3)
9) ピロー部の圧の低下	2
10) 不整脈	1

* 3点以上でDSA or PTAを検討

臨床透析:「インターベンション治療—適応範囲と新しい器材・技術の発展—」
2005: 2

改定ガイドライン 第4章—(3) VA機能のサーベイランス・モニタリング

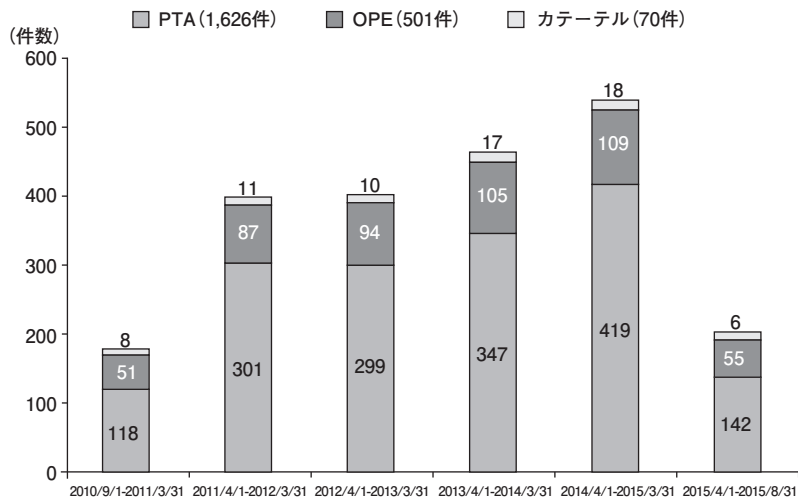


図7 年度別 OPE・PTA 件数

<血管エコー検査>

機能的評価(透析に必要な機能が確保できているか)

<F.V.(血流量)・P.I.(拍動指数)・R.I.(抵抗指数)の計算式>

- ・ F.V. (ml/min) = $Vm\text{-mean} \times \text{Area} \times 60 (s) \times 100$
 - ・ P.I. = $PSV\text{-EDV} / TAMV$
 - ・ R.I. = $PSV\text{-EDV} / PSV$
- PSV: 収縮期最大速度
EDV: 拡張期最大速度
TAMV: 平均血流速度
Vm-mean: 時間積分値の平均速度 (cm/s)
Area: 血管断面を正円と仮定したときの血管径より求められた断面積 (cm²)

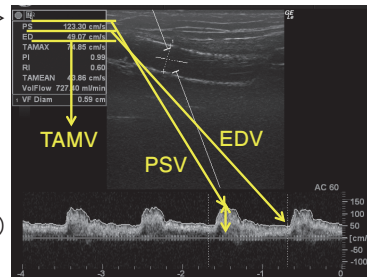


図8 技士の VA 外来での役割

行う機会の増加によって開存率を改善しないとする報告もあります⁴⁾。しかし、閉塞により透析ができないという大きな問題を避けるために、外来治療できる PTA を早期に行う考え方があるのも確かです。予防的 PTA を行うと高度な機械を使ってスクリーニングしても、PTA の件数は増加するばかりです。血管のロスといったことをなくすために PTA を行うという考え方に立てば、管理をしながら一つのシャントを長く使えるようになったのも確かであろうと思います。ただ開存成績は少なくとも改善しませんでした。VA 再建術の医療費と PTA 1 回の医療費が同じです。日本の保険医療というのは、なぜこういったことになったのかと非常に疑問に思います。

図7 は当院の PTA の数と OPE の症例数です。血管の荒廃や高齢化でカテーテル治療が増えています。近年、学会では技士によるアクセス管理の報告が増加していますが、図8 は「技士の」と書いてありますように、当院技士の学会報告です。技士が外来で、前腕の

血流量を測定し治療方針の決定に関わるようになりました。定期受診時の添書の中で、「今、透析が問題なくできております。昨日の血流量も問題ございませんでした。」といったことがあっても PTA をする場合というのがいくつかあります。超音波による狭窄部位の状態などを詳細に検査していくことで、決定します。

表2 は、3 カ月開存しなかった症例の割合です。図9 と図10 では、3 カ月以内に施行した症例は血流が AVF では有意に低く、さらにレセプト請求できなかった症例でも同じ結果となっています。3 カ月以内の PTA というのは、3 カ月以降に行っている群よりは緊急性があったということが言えると思います。また、図11 では、全体のレセプト請求なしの実態をグラフ化しました。全体の 27% でレセプト請求が正規にできていない実態でした。図12 の PTA 直後の血流量が 500 ml/min 以下では、3 カ月維持が 50% できていません。このような数値にも PTA の難しさが反映していると思います。

表 2 3 カ月以内に行った VAVT 症例数の割合

期 間	全症例数	3 カ月以内 実施 VAVT 数	比率 (%)	
AVF	2010/9/1~2012/3/31	199	56	28.1
	2012/4/1~2013/3/31	179	34	19.0
	2013/4/1~2014/3/31	235	69	29.4
	2014/4/1~2015/3/31	308	148	48.0
	2015/4/1~2015/8/31	98	23	23.5
AVG	2010/9/1~2012/3/31	137	44	32.1
	2012/4/1~2013/3/31	98	16	16.3
	2013/4/1~2014/3/31	94	36	38.3
	2014/4/1~2015/3/31	98	40	40.8
	2015/4/1~2015/8/31	42	3	7.1

期間：2010年9月～2015年8月

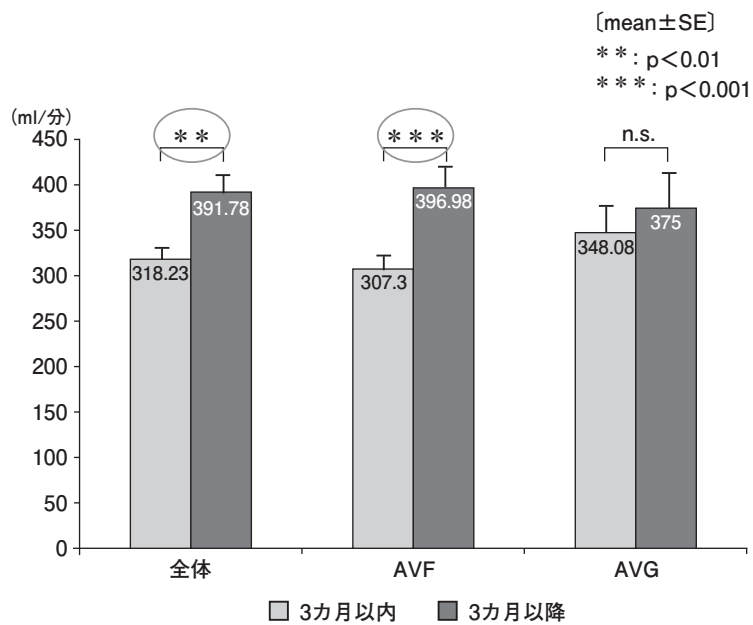


図 9 PTA 施行時の流量比較

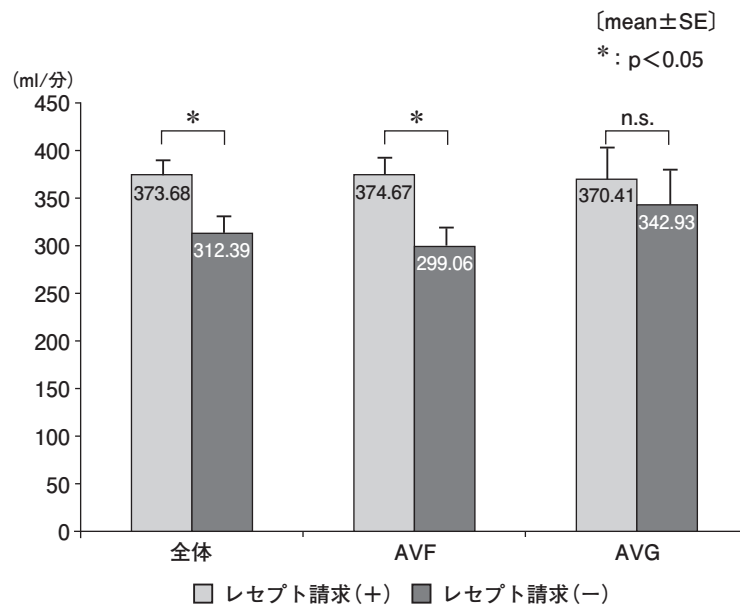


図 10 レセプト請求例の流量比較

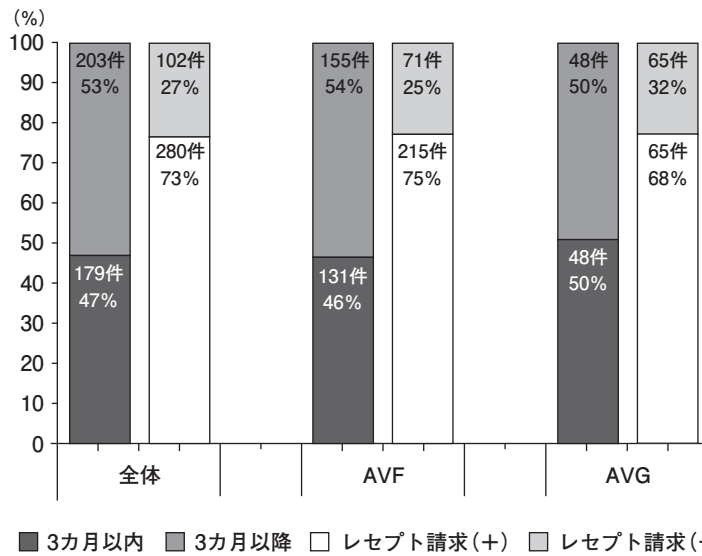


図 11 PTA の施行とレセプト請求の実態 (2014 年)

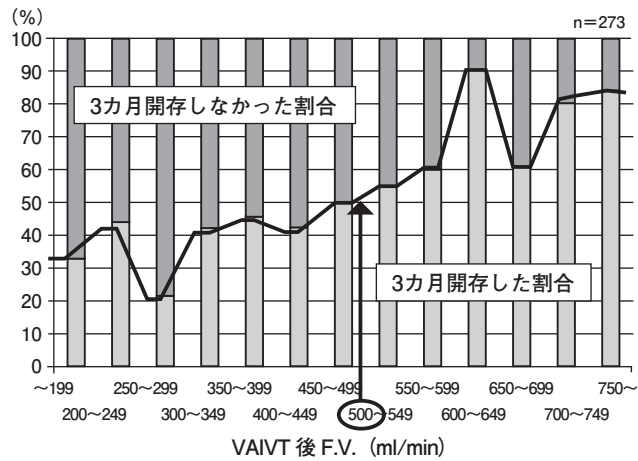


図 12 VAIT 後 F.V. (血流量) における 3 カ月開存の割合

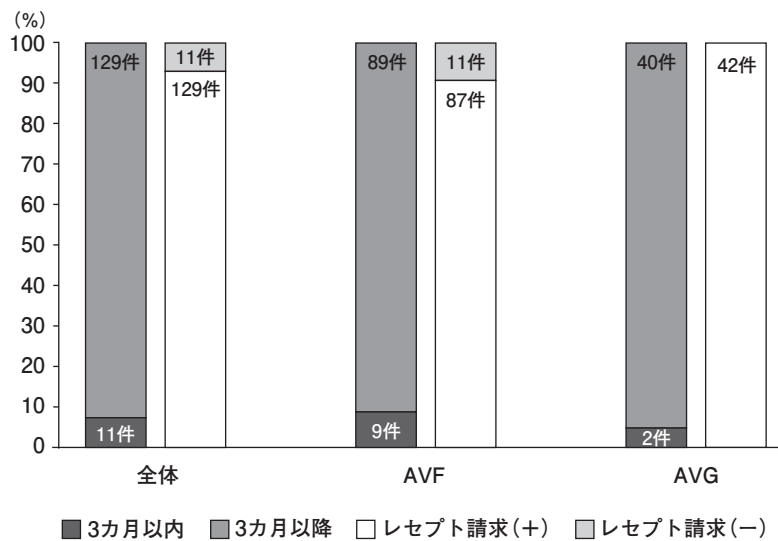


図 13 PTA の施行とレセプト請求の実態 (2015 年 4~8 月)

「PTA対象患者の当院における経過観察手順と管理」ですが、紹介患者が85%で、当院維持患者が15%です。自院の維持患者全体の25%でPTAがなされていました。紹介された全患者を予約外来で上腕動脈の超音波検査を行い、R.I.が0.65、PIが1.3、血流が400以下、再狭窄部位が1.5mm以下などの数値がいくつか組み合わせてPTAを実施する基準としています。前回からのPTAから3カ月以上経過した患者に対してPTAを行う方針にしています。しかし実際は、表2のような状況です。最近では、石田らのミルキング法などを積極的に取り入れ、わずかながらも延長できる症例があり、[図13](#)のごとくレセプト請求ができるようになってきました。一時的にDWを上げたり、血栓除去カテーテルによるバルーンイングを行ったりという工夫を試みるようにしています。デバイスのコストは低下してきましたが、3カ月以内ですとデバイスコストフリーで行うことになり、包括医療ではないですけれども無料で治療しています。公的病院かプライベートな病院かで非常に治療方針に違いがあると思います。この3カ月ルールというのは、VAトラブルに対処する治療方針の決定者による単回の手技ではなく、患者の将来的治療方針も考慮する事を委ねていると思います。

PTAの根幹というのは、血管のロスを最小限にしていく事ですけども、年齢・患者の状態を考慮した

将来のアクセスということにも考慮がいると思います。

私の3カ月ルールの考え方ですが、3カ月ルールによる損失分というのは、手技料が6倍になったことで、PTAの割合・回数を少なくするための努力、開存期間を延長するためのデバイスの選択や拡張法の工夫といったものを包括的に考えるべきではないかと考えます。

4 PTAの病理と手術的修復

PTAという治療が短期の繰り返しになる原因は、内膜の刺激による内膜肥厚からの狭窄があります。拡張で痛められた血管の病理を動物実験にて確認しました。

秋田大学の病理学教室で、白ウサギの総頸動脈と右の外頸静脈を側々吻合でシャントを作製しました。その拡張した静脈に狭窄を人為的に作製した後、バルーン拡張を行ってみました。拡張方法を工夫し、単回拡張と低圧からゆっくり加圧する先に述べた拡張法で実験を行いました。4週間後にウサギを屠殺し血管病理を比較検討しました。

[図14](#)の2種類の拡張方法で、各3頭行いましたので、病理的な比較を[図15](#)から[図18](#)に供覧します。高圧単回拡張では、15-02と15-20で、内膜の部分断裂が生じています。[図19](#)の血流量の比較では、この期間と実験頭数での明らかな血流低下は認めないものの

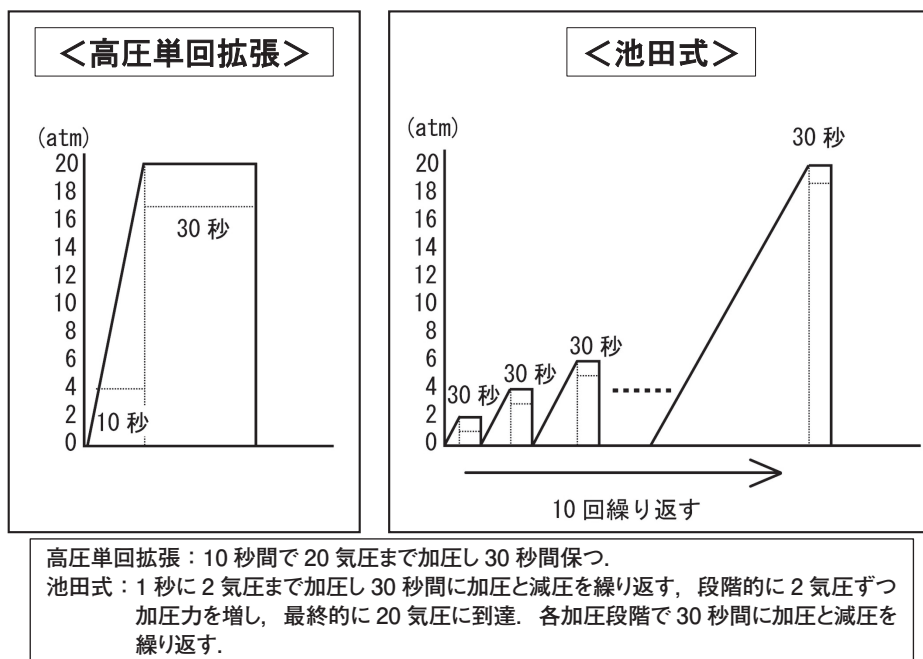


図14 拡張方法の違い

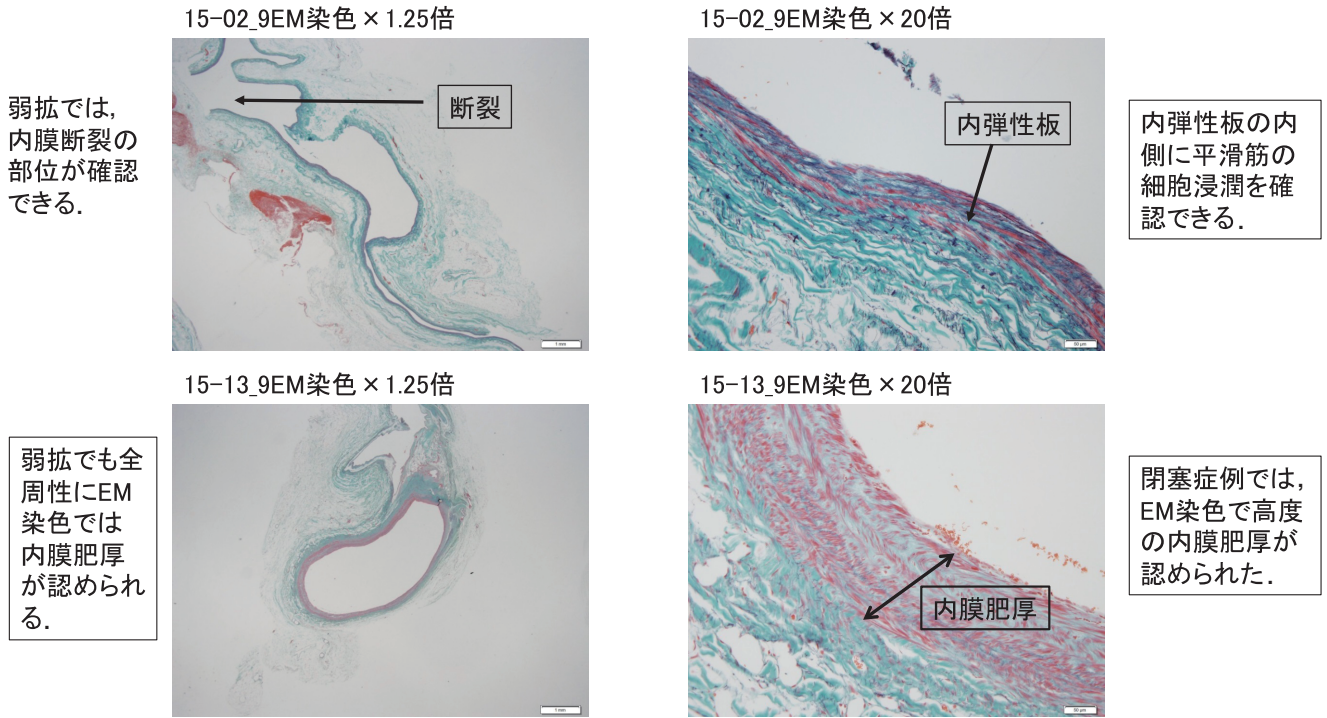


図 15 高圧単回拡張

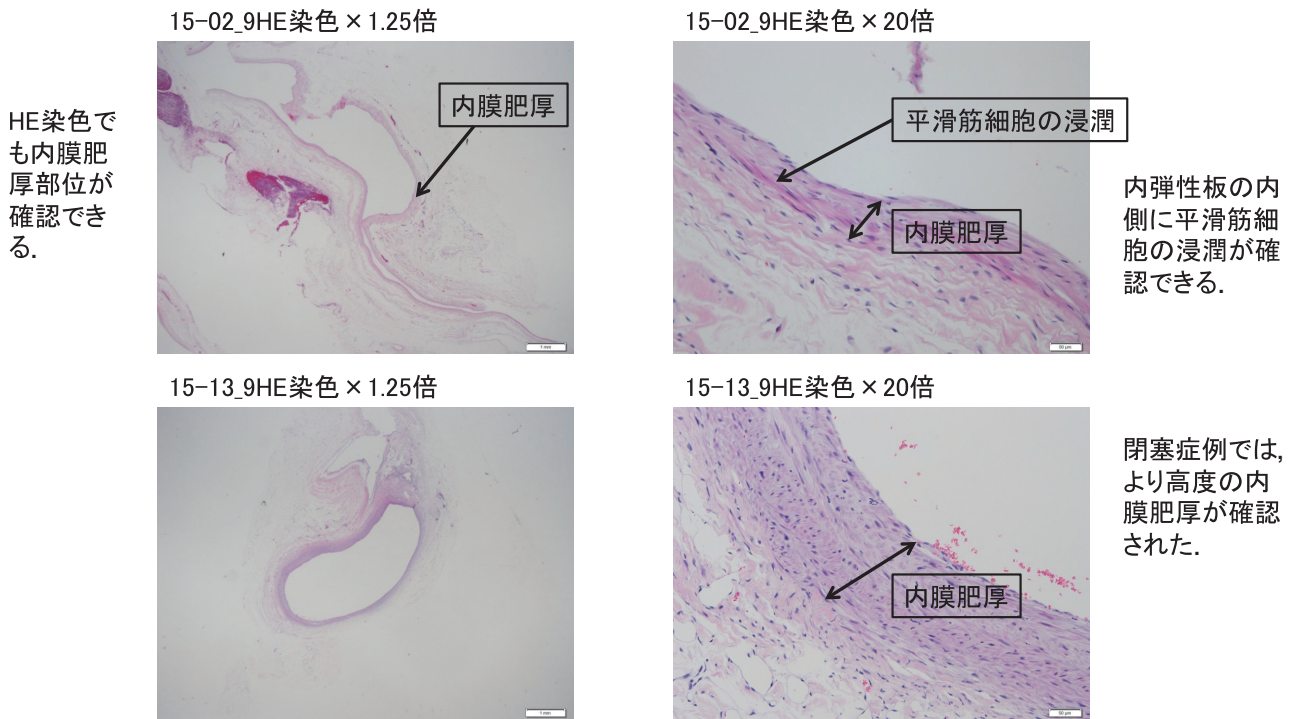


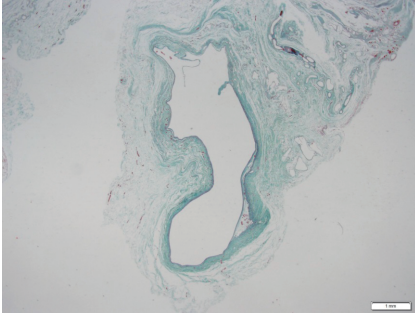
図 16 高圧単回拡張

15-13 で閉塞が発症しています。図 15 の 15-02 症例の EM 染色で断裂像と 15-13 症例での高度の内膜肥厚像は、図 18 での池田式での 15-01 症例と 15-12 症例での平滑筋細胞浸潤を認めず、内膜肥厚も明らかでない所見と比較して明らかに異なっています。図 16 と図 18

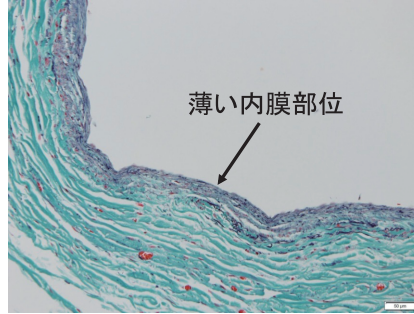
では染色方法を HE にしていますので、15-02 の症例での強拵で明らかな平滑筋細胞浸潤の確認ができます。低圧からの拡張では、内膜断裂が生じないことから、血管破裂による瘤の形成などはありません。PTA 法での拡張では、いくつかの症例で血管破裂による leakage

EM染色では、全周性に薄く染色された内膜が確認され断裂は存在しない。

15-01_7EM染色 × 1.25倍



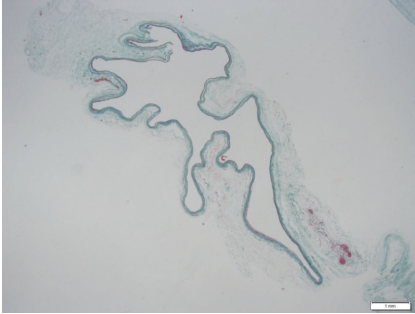
15-01_7EM染色 × 20倍



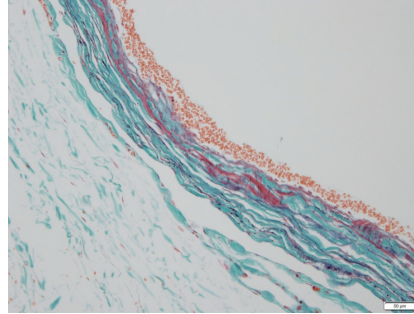
内弾性板の内側には、内膜肥厚や平滑筋細胞は認められない。

この症例でも15-01と同じく断裂も内膜肥厚も確認できなかった。

15-12_10EM染色 × 1.25倍



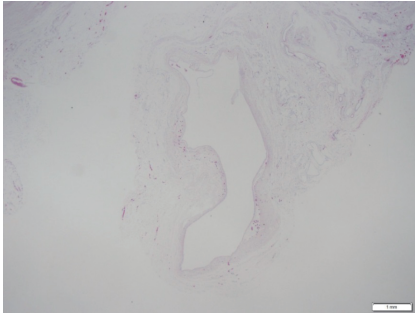
15-12_10EM染色 × 20倍



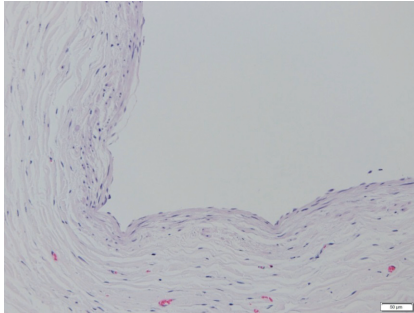
強拡大では、内膜が十分伸びきった状態になっている。

図 17 池田式

15-01_7HE染色 × 1.25倍

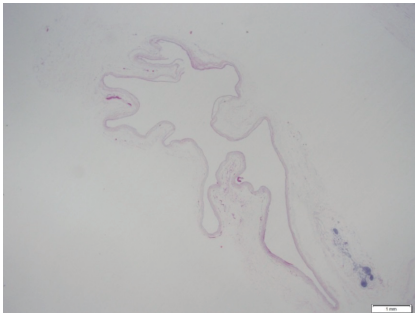


15-01_7HE染色 × 20倍

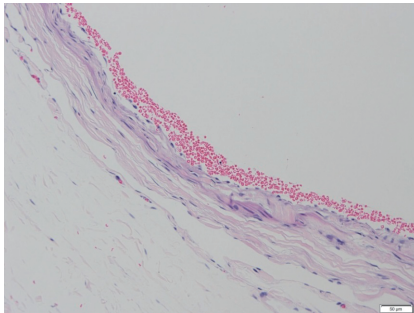


HE染色でも、内弾性板より内側に内膜肥厚、平滑筋細胞浸潤を認めない。

15-12_10HE染色 × 1.25倍



15-12_10HE染色 × 20倍



当症例でも内膜肥厚を認めない。

図 18 池田式

のトラブル報告がありますが、当院では年間 500 症例近く施行していますが、皆無に近いのが現状です。

最後に閉塞症例の取り扱いの実際のデータを示します。閉塞症例の取り扱い方とその結果を [図 20](#) にしています。閉塞症例全体の 11.6% が PTA では回復不可

能でした。最近では、血栓除去と PTA も行うハイブリッドの手技の症例もありました。

最後に、天野先生の言葉を借りますが、「VA の開存性および医療経済という最も現実的な問題である」と。「VA 開存性についても、VAIVT が必ずしも優位とは

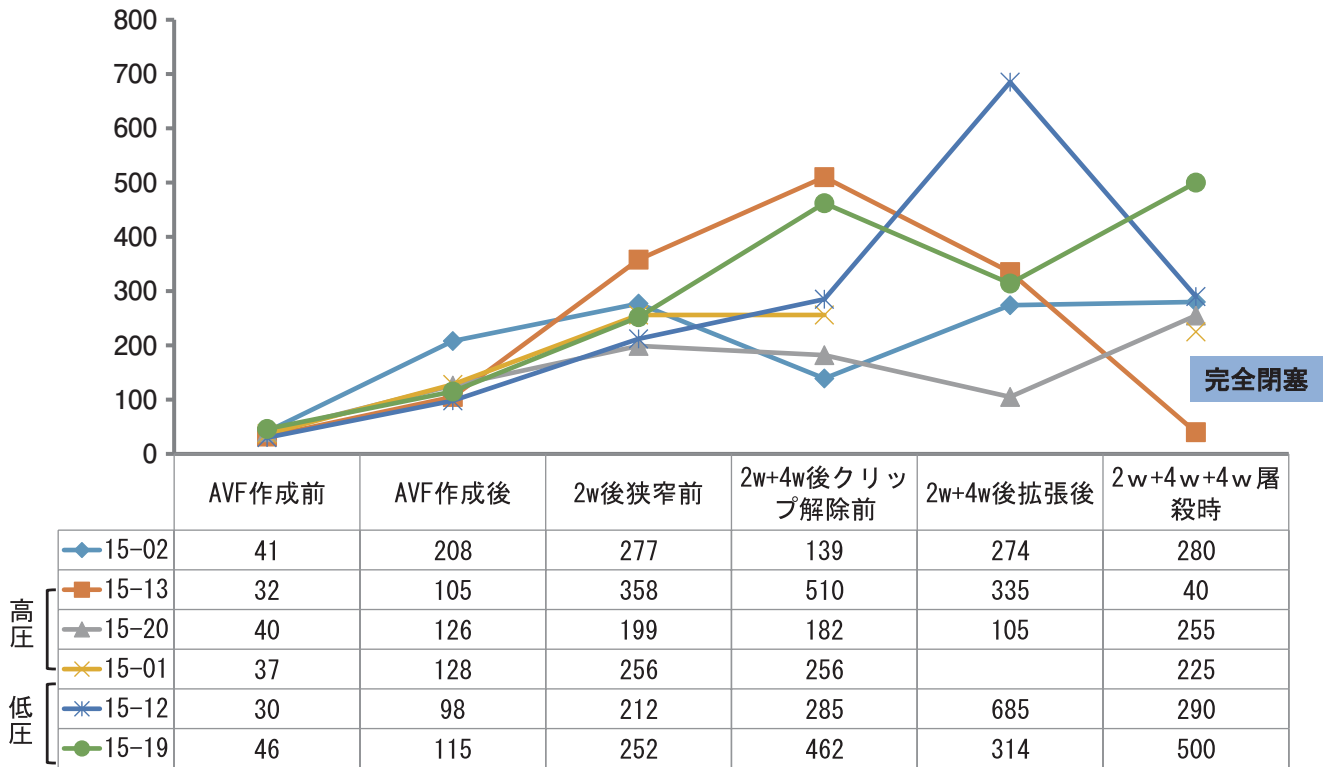


図 19 血流量の比較

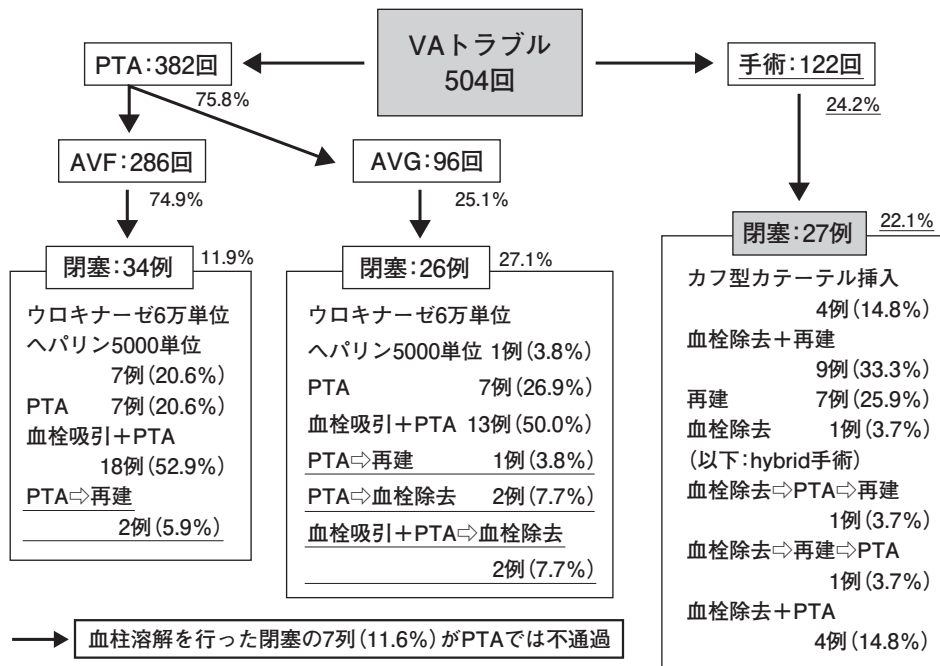


図 20 閉塞症例の現状 (期間: 2014年1月1日~12月31日)

言い切れないのが実情である」という言葉が現状をよく表しているのかもしれませんが、様々な工夫を実施しながら3カ月ルールに科学的に対応していくべきと考えます。

文 献

- 1) 大平整爾編, バスキュラーアクセスを極める: その作製とマネジメント, 東京: 日本メディカルセンター, 2015.
- 2) 阿岸鉄三監, バスキュラーアクセスインターベンションの最前線: 3カ月以上維持するためのコツ, 東京: 学研メディカル秀潤社, 2013.

- 3) Beathard GA : The Treatment Of Vascular Access Graft Dysfunction; A Nephrologist's View And Experience, *Advances in Renal Replacement Therapy* 1994; Jul : 1 (2) : 131-47.
- 4) James TM, Wiebe M : Ultrasound monitoring to detect access stenosis in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 2008; 51 : 630-640.